

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA

2006/2007



TII

DOCUMENTO DE TRABALHO

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.

**A CONVERGÊNCIA DAS REDES DE DADOS E VOZ
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

José Carlos da Silva Gonçalves
CAP/TOCC

Lisboa 2007

“ É da própria essência do nosso esforço em prol do entendimento que, por um lado, tentemos abarcar a vasta e complexa variedade da experiência do homem, e que, por outro lado, procuremos a simplicidade e a economia nas premissas básicas.”

EINSTEIN, Albert

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Introdução | 1 |
| 1. O que é a convergência e quais as suas características | 5 |
| a. Razões históricas e técnicas..... | 5 |
| b. Motivos para optar pela convergência..... | 6 |
| c. Vantagens da convergência | 8 |
| 2. A infra-estrutura de comunicações da FAP | 9 |
| a. Panorama actual..... | 9 |
| b. Rede de telefonia | 10 |
| (1) A comutação de circuitos | 10 |
| c. Redes de dados | 11 |
| (1) A comutação de pacotes | 12 |
| d. A infra-estrutura própria da FAP..... | 13 |
| e. Estrutura partilhada (SICOM) | 13 |
| 3. Desafios futuros | 15 |
| a. A dependência na FAP dos sistemas de informação e comunicações..... | 16 |
| b. Largura de banda | 16 |
| c. Considerações sobre segurança | 17 |
| d. Capacidade de sobrevivência e redundância | 20 |
| e. A gestão de uma infra-estrutura única | 22 |
| f. Rede de dados classificada | 23 |
| Conclusões | 25 |
| Referências Bibliográficas | 30 |
| Anexo A – Rede de transmissão do SICOM | 32 |
| Anexo B – Rede Digital Integrada de Serviços da Força Aérea | 33 |
| Anexo C – Rede Interna Geral da Força Aérea..... | 34 |
| Índice de figuras | |
| Fig. 1 – Exemplos de pacotes de dados | 7 |
| Fig. 2 – A comutação de circuitos | 11 |
| Fig. 3 – A comutação de pacotes..... | 13 |
| Fig. 4 – Largura de banda..... | 16 |

Resumo

Esta investigação tem como objectivo analisar a possibilidade da convergência das tecnologias de dados e de voz na Força Aérea Portuguesa (FAP). A crescente utilização da Voz sobre Internet Protocol (VoIP) e o consequente abandono progressivo das redes tradicionais de voz é um dos temas mais discutidos, actualmente no mundo empresarial. A troca de informação, seja ela dados, voz ou imagem, com segurança, fiabilidade e rapidez, em tempo real, ou quase, são hoje requisitos fundamentais para a eficaz acção de comando e controlo, numa organização militar.

Foram identificadas neste trabalho, em termos gerais, duas grandes redes que suportam as comunicações e sistemas de informação da FAP: a rede de dados e a rede de voz.

Da análise da problemática poderá concluir-se que a tecnologia existente, assim como a infra-estrutura que suporta estas redes, permitirá, com vantagem, conduzir à convergência.

Abstract

This investigation's goal is to analyze the possibility of convergence of data and voice technologies in Portuguese Air Force (POAF). The growing utilization of Voice over Internet Protocol (VoIP) with the consequence of the progressive abandon of the traditional voice networks is one of the most discussed subjects in today's business world. The exchange of information, either data, voice or image, with security, reliability and speed, in real or near-real time, are, today, fundamental requirements to an efficient command and control action, in military domain.

In this essay, two large networks were identified to carry all the communications and information traffic of POAF: a data network and a voice network.

From the analysis we conclude that the existing technology with the infrastructure that supports these two networks will, with inherent advantages, lead to convergence.

Palavras-chave

Convergência, C2, infra-estrutura, TCP/IP, rede de dados, rede de voz, telefonia IP, comutação de circuitos, comutação de pacotes, *switch*, *router*, *firewall*, *LAN*, *software*, *hardware*, *VoIP*.

Lista de abreviaturas

| | |
|---------|---|
| COTS | – <i>Commercial Of The Shelf</i> |
| EMGFA | – Estado-Maior General das Forças Armadas |
| IP | – <i>Internet Protocol</i> |
| IPsec | – <i>Internet Protocol security</i> |
| MMHS | – <i>Military Messages Handling System</i> |
| NATO | – <i>North Atlantic Treaty Organization</i> |
| PSTN | – <i>Public Switch Telephone Network</i> |
| REDIS | – Rede Digital Integrada de Serviços |
| REDISFA | – Rede Digital Integrada de Serviços da Força Aérea |
| RIGFA | – Rede Interna Geral da Força Aérea |
| SICOM | – Sistema Integrado de Comunicações Militares |
| SIIFA | – Sistema Integrado de Informações da Força Aérea |
| SIGAP | – Sistema Integrado de Gestão Administrativa e de Pessoal |
| SIGMA | – Sistema Integrado de Gestão de Material |
| TIC | – Tecnologias de Informação e Comunicações |
| TCE | – <i>Thales Crypto Equipment</i> |
| TCP/IP | – <i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i> |
| VoIP | – <i>Voice over IP</i> |

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que tornaram possível, me ajudaram e me apoiaram na construção do presente trabalho.

Pelos seus conselhos, saber, apoio, ajuda, disponibilidade, compreensão, companheirismo, paciência e confiança depositada em mim, assim como a orientação e prontidão no esclarecimento de dúvidas, agradeço ao orientador Tenente-Coronel Glicínio Fernandes.

Aos meus colegas, pelo companheirismo e espírito de equipa manifestados no decurso do trabalho.

Introdução

O presente trabalho surge no âmbito do curso do CPOS/FA, que consta no plano de estudos do Instituto de Estudos Superiores Militares, para o ano lectivo 2006/07.

Sendo assim, de entre uma lista facultada pela Força Aérea Portuguesa (FAP) contendo vários temas, escolhi para o presente trabalho o tema “A Convergência das Redes de Dados na Força Aérea Portuguesa”. Neste estudo delineei como objectivos adquirir e aprofundar conhecimentos sobre a convergência das redes de dados na FAP.

Este estudo será importante se contribuir para o aumento de conhecimentos sobre o assunto ou apontar pistas e contribuir para uma reflexão sobre os assuntos desta área, de modo a permitir a racionalização da utilização das infra-estruturas de comunicações, actuais ou futuras, nomeadamente a intranet e a rede de voz da FAP, de forma a permitir a integração numa só rede. Pretende-se averiguar se tal convergência de redes será útil para o potencial utilizador e eventualmente facilitar a acção de comando e controlo assim como dotá-la de novas ferramentas.

O desenvolvimento sustentado de uma sociedade, país ou região, baseia-se na informação disponível em qualidade e rapidez. A ideia de que os recursos tradicionais são mais fiáveis e que a robustez é essencial já não é a mais correcta.

À velocidade com que se tornam obsoletos os materiais produtivos em qualquer área, faz com que quem trabalha com eles também vá ficando. É claro que é difícil aceitar que a velocidade de evolução na informação é não-linear e que todos os meios tecnológicos que hoje são avançados não o serão amanhã.

O “facto” não se compadece com profissões e especializações que serão tão obsoletas como as pessoas que as têm.

Ninguém pode criar soluções, ainda que humana e politicamente correctas para o que não tem solução, é estar só a adiar apanhar o comboio que irá partir de qualquer modo.

Uma das maneiras de evitar tal desastre é fazer com que tanto os meios humanos como os equipamentos não fiquem obsoletos.

A polivalência dos homens é, sem dúvida, a melhor maneira de servir os interesses da comunidade e tornar a vida mais rica para todos.

Um país, uma instituição ou organização tem como objectivo último o bem-estar e a sobrevivência de quem dela depende. A FAP não pode fugir ao inevitável e mais, como garante de uma nação tem que estar na linha da frente.

Os nossos equipamentos e meios físicos de comunicação já estão por si só na linha da frente, só que coexistem com outros materiais, processos e procedimentos que já não estão. O facto de funcionarem e serem redundantes torna-os eficazes mas sê-lo-ão de facto?

Também, a cada vez maior falta de pessoal exige que não se desperdicem esforços, os sucessivos cortes orçamentais exigem que se racionalize nas despesas e se tire partido das potencialidades que se sabe que são já possíveis.

A versatilidade dos homens tornará os meios humanos e os serviços mais eficazes e menos onerosos como se vai tentar demonstrar. A versatilidade dos equipamentos e soluções electrónicas é um comboio que já partiu. É bom ir atrás dele e tentar apanhá-lo.

Esta investigação tem como objecto de estudo principal a possibilidade de constituição de uma estrutura única de transporte com endereçamento IP¹, que seja suportada pela infra-estrutura de dados da FAP, contendo, entre outros, os sistemas de informação da FAP, com acesso a variados serviços como por exemplo a rede de voz em claro e, eventualmente, com a aplicação de equipamentos criptográficos sobre IP, como por exemplo as TCE², a rede de mensagens militares *Military Messages Handling System* (MMHS) e a rede de voz segura da FAP.

Este estudo limita-se aos sistemas de comunicações suportados em infra-estruturas fixas de comunicações, ficando desde já excluídos os sistemas de comunicações via rádio, satélite ou outros.

Esta investigação visa mostrar que, utilizando recursos já existentes, será possível, através da aplicação de novos conceitos e tecnologias, fornecer aos utilizadores uma panóplia de serviços que se encontram dispersos, pouco amigáveis para o utilizador, sendo que alguns recorrem a tecnologias desadequadas da realidade actual.

¹ Endereçamento IP- Todos os computadores ligados directamente à *Internet* têm de ter um endereço IP válido e único nesta rede, ao qual deverá sempre corresponder um nome, atribuído segundo as regras do *Domain Name System* (DNS). O DNS é um dos serviços mais importantes para o bom funcionamento da *Internet*. Uma das suas utilizações mais correntes é a tradução de nomes de máquinas nos seus endereços IP e vice-versa. Por exemplo, o servidor da FAP terá um endereço IP da forma 255.255.255.255 (por exemplo) a que corresponderá o nome www.emfa.pt.

² TCE – Equipamento criptográfico para protecção de dados classificados nas transmissões sobre protocolo IP.

Na execução desta investigação dar-se-á importância primordial à pesquisa e análise documental, de acordo com o método de Quivy. A pergunta de partida para este trabalho é: **“Poderá a Força Aérea beneficiar com a convergência dos serviços de voz, vídeo e dados nas redes informáticas?”**

Da pergunta de partida foram extraídas duas perguntas derivadas, a que se tentará dar resposta nos capítulos seguintes, que a seguir se indicam:

- ✓ O que é a convergência?
- ✓ Quais os desafios para o futuro dos sistemas de informação e comunicações da FAP?

Apresentadas as perguntas derivadas, surgem as **Hipóteses de Trabalho**, cuja validação será concretizada no decorrer da investigação, e são elas:

- ✓ Considerando a actual infra-estrutura de comunicações da FAP, a convergência é tecnicamente viável.
- ✓ A convergência é vantajosa para a organização.

Para que se entenda o que é a convergência e como será possível a sua implementação, assim como as principais vantagens e desvantagens, este trabalho foi dividido em três capítulos. No primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema da convergência e quais as suas características. No segundo capítulo, é feita a abordagem à infra-estrutura de comunicações da FAP, e elementos que a constituem. No terceiro capítulo serão apresentados os desafios futuros que a convergência dos sistemas de comunicações poderão apresentar para a organização. Nas conclusões, são apresentados novos contributos para o conhecimento desta temática trazidos por este estudo e, ainda, algumas recomendações que constituem o resultado prático da investigação.

O Mundo vive hoje a um ritmo bastante acelerado. Assistem-se hoje a profundas transformações, nas mais variadas vertentes, quer sejam políticas, culturais, económicas ou tecnológicas.

Os profissionais de comunicações são constantemente confrontados com novos produtos e ideias inovadoras. E, por vezes, algumas das chamadas novas tecnologias parecem estar presentes em todo o lado, seja nos jornais e revistas, seja na televisão e até mesmo nos nossos locais de trabalho. Uma das tecnologias emergentes a que me refiro é a comunicação sobre o protocolo IP³. Conforme vai aumentando a largura de

³ O protocolo IP é uma descrição formal de um conjunto de regras e convenções que definem um aspecto particular do modo como os dispositivos comunicam numa rede. O protocolo IP foi desenvolvido pelo

banda disponível, a exploração dos meios e sistemas e a melhoria do software e hardware, esta parece ser a solução perfeita. Esta tecnologia traz benefícios, tais como: menos custos de exploração e de manutenção, gestão centralizada, informação disponibilizada mais rapidamente, a possibilidade de utilização de software e hardware actualizado, entre outros.

A forma como a informação é utilizada para apoiar a acção de comando, leva a que o tipo de informação que necessita de ser partilhado, as pessoas com quem a partilhamos e a rapidez com que a informação necessita de ser disponibilizada, sejam factores determinantes para a organização. A partilha da informação, ao permitir que as pessoas trabalhem em conjunto, com novas abordagens, de forma a melhorar e aumentar a rapidez da acção de comando levará a aumentos na efectividade do cumprimento da missão. Isto envolve mudança de mentalidades e adaptação na forma como as pessoas pensam e trabalham em conjunto.

Tal como a Internet alterou profundamente a forma como uma grande parte das pessoas comunica e trabalha em conjunto também na FAP essa mudança é necessária.

Para fazer o enquadramento do tema, recorreu-se a investigação feita com recurso a consulta de elementos bibliográficos em livros, revistas e consulta de elementos na *Internet*, assim como à análise da situação actual na FAP.

Departamento de Defesa dos Estados Unidos e é um conjunto de normas utilizado na Internet, que foi projectado tendo como objectivo a interligação de equipamentos informáticos em rede.

1. O que é a convergência e quais as suas características

De uma forma geral, toda a informação trocada numa organização, é feita sob a forma de dados, voz e imagem. Estas três formas de comunicar já deram provas da sua importância e valor. Mas, por serem processadas em infra-estruturas diferentes continuam a utilizar recursos separados para comunicar e partilhar informação.

a. Razões históricas e técnicas

A evolução científico-tecnológica da linguagem digital, o uso dos computadores e a Internet vieram introduzir uma verdadeira revolução na forma como trabalhamos. As tecnologias mais envolvidas neste fenómeno, como por exemplo as telecomunicações, a informática e o audiovisual têm experimentado enormes mudanças proporcionadas por esta rápida evolução. A evolução da tecnologia analógica para digital veio requerer importantes transformações das infra-estruturas de telecomunicações.

Para cada novo meio de comunicação adoptado, desde o telégrafo, surge uma nova rede para disponibilizar ao utilizador. Tal foi o que se verificou com o telefone, o telex, a comunicação de dados até à televisão por cabo. Hoje em dia, com as tecnologias a migrarem para o universo digital, surge a oportunidade de se criar uma solução única de infra-estruturas de transporte, distribuição e gestão de meios e serviços. Nas telecomunicações, quando se fala em convergência, significa a redução para um única rede que forneça todos os serviços com a consequente economia de escala que tal proporciona.

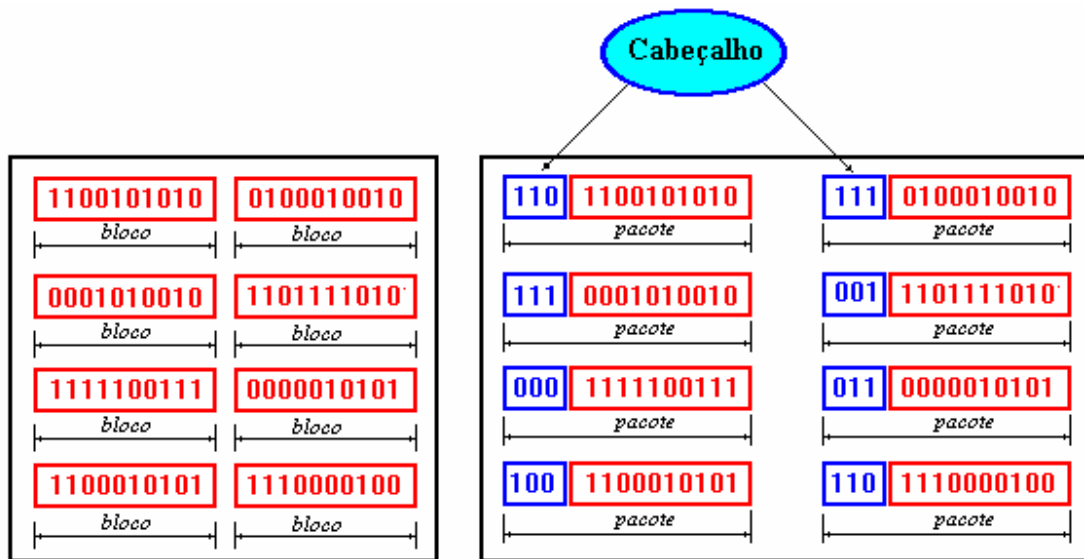
Aquela a que poderemos chamar de verdadeira auto-estrada da informação refere-se, na prática, a uma rede global onde poderá circular todo o tipo de serviços electrónicos sejam eles áudio, vídeo, texto e dados. Este agrupamento de sistemas e multiplicação de canais usados em simultâneo é possível graças à digitalização. A revolução digital beneficiou, assim, com a convergência de tecnologias que se vêm desenvolvendo, até hoje, de forma autónoma.

b. Motivos para optar pela convergência

O tema da convergência vem sendo discutido desde os anos 80, quando se reconheceu a importância da utilização de computadores na comunicação. Mas as barreiras entre as diferentes tecnologias de voz e dados são ainda significativas. Apesar dos avanços tecnológicos proporcionarem as condições necessárias para a convergência e no mundo civil tal facto ser já uma realidade, na Força Aérea o caminho apenas começou. Um diálogo amplo sobre as questões que envolvem o tema deve ser fomentado para que se desenvolva um ambiente propício à convergência. A mudança de mentalidades é necessária no sentido de criar uma sinergia de esforços com objectivos comuns. Deve ser promovida a consciencialização da inovação nas áreas envolvidas como instrumento de progresso para não se perder “o comboio” da evolução tecnológica, que a Força Aérea sempre fez questão de acompanhar de perto.

Com o aparecimento da *Internet*, nos anos 80, aumentaram as expectativas quanto ao acesso instantâneo a todos estes meios de comunicação. Durante anos a tecnologia foi-se desenvolvendo no sentido de juntar os dados, a voz e o vídeo de forma a aumentar a rapidez da comunicação e baixar os custos de exploração. É então que emerge o protocolo IP, que foi escolhido como base tecnológica para a convergência, de entre os vários existentes. Este protocolo começou por ser utilizado nas redes de dados para fazer com que fosse possível transportar pacotes de dados⁴ (fig. 1), desde a origem ao destino, independentemente dos computadores estarem ou não na mesma rede.

⁴ Pacote de dados - Informação a ser transmitida que é dividida em “pacotes” digitais de bytes para uma utilização mais eficiente das redes de comutação de pacotes, tal como a Internet. Um pacote não inclui apenas dados mas também informações de endereço sobre a sua origem e o seu destino. (fonte: <http://www.eppet.pt>)

Fig. 1 – Exemplos de pacotes de dados (fonte: <http://www.eppet.pt>)

Do lado da voz, a solução apareceu sob a forma de Voz sobre IP (VoIP – Voice over IP). A VoIP utiliza a mesma tecnologia desenvolvida para as redes de dados. No fundo, trata-se de efectuar chamadas telefónicas usando o mesmo processo de transmitir informação numa infra-estrutura de redes de dados que usam o protocolo IP. Assim, a chamada telefónica pode ser enviada via Internet, ou simplesmente atravessar a rede de dados privada de uma empresa ou instituição, que utilizem o protocolo IP, fazendo deslocar os pacotes de voz de um lugar para o outro. Durante a transmissão o fluxo da comunicação de voz é seccionado em pequenos pacotes, estes são comprimidos e enviados até ao destinatário final, sendo reencaminhados através de um ou mais *routers*⁵, dependendo sempre o percurso do caminho mais eficiente ou que apresente menos congestionamentos na rede IP. Na recepção, os pacotes são agrupados, descomprimidos e convertidos no fluxo de voz original. Assim, a voz utiliza a mesma tecnologia e infra-estrutura que foi desenvolvida para as redes de dados e com objectivos idênticos.

Conforme se foram observando resultados positivos em ambos os casos, mais estas tecnologias se foram aproximando. É por isso que actualmente, no “mundo civil” cada vez mais as empresas tendem para a convergência.

⁵ *Router* – dispositivo de uma rede que recebe e envia dados para os pontos de destino, utilizando as rotas mais adequadas.

c. Vantagens da convergência

A evolução verificada nas Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) veio facilitar a tomada de decisões em tempo real, virtualmente a partir de qualquer local. Para isso, em muito contribuiu a convergência dos dados, voz e imagem para um único suporte. Outro dos principais factores que torna a convergência tão apetecível é a redução de custos. Ao caminhar para uma infra-estrutura e gestão únicas a diminuição dos custos de exploração e manutenção serão efectivamente reduzidos, ao mesmo tempo que aumenta a eficácia e exploração de uma infra-estrutura única.

Assim, num cenário de alianças estratégicas de infra-estruturas, serviços, produção intelectual e optimização de recursos humanos a que se assiste actualmente, como resultado das várias reestruturações em curso na FAP e fora dela, somos colocados perante este novo conceito de desenvolvimento.

De facto, a convergência IP é um factor crítico para agilizar as comunicações e modernizar infra-estruturas e equipamentos antiquados. Uma organização ágil vinga-se se modernizar e acompanhar a evolução tecnológica. Se estiver preparada para acompanhar as mudanças, poderá mais facilmente adaptar-se e responder aos desafios que se lhe apresentam.

Por tudo isto a convergência faz sentido. Com tempo, este será o objectivo das organizações: integrar objectivos administrativos, estratégicos e táticos numa única infra-estrutura. Conforme a convergência se vai desenvolvendo, as infra-estruturas deverão ser melhoradas a fim de tirar partido das novas capacidades como por exemplo a qualidade de serviço (QoS – *Quality of Service*). Esta ferramenta permite avaliar o desempenho, por exemplo, de um circuito, de uma rede ou de um serviço, mediante um conjunto de parâmetros, tais como, entre outros, a rapidez da comunicação ou a integridade dos dados, que são pré-definidos, como, por exemplo, o atraso na comunicação, ocorrência de ecos e falhas e tendo em atenção o fluxo de dados, ou seja, a informação que transita num determinado sistema de comunicações.

A qualidade de serviço da rede depende das necessidades da aplicação, ou seja, do que ela requisita da rede a fim de que funcione bem e atenda, por sua vez, às necessidades do utilizador.

À medida que as organizações se tornam mais virtuais, mais crítica se torna a integração. A utilização de *standards* torna-se uma necessidade assim como a utilização de equipamentos comerciais para fins militares. O recurso a equipamentos e aplicações específicos têm custos enormes de desenvolvimento e manutenção, pelo que a adopção de *standards* civis é, cada vez mais, o caminho a seguir. Na própria NATO já vai sendo defendida e recomendada esta filosofia, optando-se, sempre que possível, pela aquisição de equipamentos de uso comum, denominados “*Commercial Of The Shelf*” (COTS).

A convergência através da utilização do protocolo IP é, cada vez mais o standard utilizado quer para redes locais quer para redes alargadas. As novas redes locais nas unidades da Força Aérea são estruturadas e já permitem a ligação de computadores ou telefones. O telefone IP será cada vez mais uma realidade e, eventualmente, forçará a substituição das centrais telefónicas actuais.

Assim, a optimização da infra-estrutura de comunicações através da integração da voz, dados e vídeo pode evoluir e colher os benefícios da junção das pessoas, dos processos e da tecnologia.

2. A infra-estrutura de comunicações da FAP

Afim de cumprir as missões que lhe estão atribuídas, a Força Aérea precisa de uma capacidade de Comando e Controlo (C2) efectiva, tanto em tempo de paz, como no actual contexto de missões conjuntas no âmbito do apoio à paz, humanitárias ou outros cenários para onde o envolvimento das Forças Armadas Portuguesas são solicitadas, decorrentes das suas alianças e compromissos internacionais. Para que tal aconteça não podemos esquecer a necessidade de um infra-estrutura de comunicações capaz de manter em rede e, sempre que possível, em tempo real, todos os recursos disponíveis, potenciando todas as suas capacidades.

a. Panorama actual

Actualmente, todas as unidades da FAP estão interligadas entre si, em termos de comunicações fixas, sejam elas de voz ou dados, utilizando uma infra-estrutura própria e outra partilhada designada por Sistema Integrado de

Comunicações Militares (SICOM) (ver anexo A). Esta caracteriza-se por ser uma infra-estrutura de comunicações comum às Forças Armadas, da responsabilidade do Estado-Maior General das Forças Armadas (EMGFA), de apoio às funções de comando e controlo e dotada de redundância e sobrevivência. A redundância, que será abordada no capítulo 3, ou duplicação, dos meios e da infra-estrutura é essencial para garantir a sobrevivência das comunicações.

b. Rede de telefonia

No passado, a transmissão de todo o sistema telefónico era analógica, com o sinal de voz a ser transmitido como se fosse uma tensão eléctrica, desde a origem até ao destino. Hoje em dia, com a chegada da fibra óptica, da electrónica digital e dos computadores, todos os comutadores e ligações podem ser digitais.

Um sistema telefónico está dividido em três componentes principais: os terminais telefónicos, a rede de acesso e a central telefónica. O terminal telefónico é o aparelho que está à disposição do utilizador; a rede de acesso é constituída pela cablagem responsável pela ligação entre os utilizadores e as centrais telefónicas; as centrais telefónicas interligam os aparelhos de telefone e estão também interligadas entre elas, tornando assim, possível telefonar para qualquer parte do mundo. Esta rede pública de telefonia comutada destina-se, basicamente ao serviço de voz. Dentro deste sistema existem duas técnicas de comutação diferentes: a comutação de circuitos e a comutação de pacotes.

(1) A comutação de circuitos

A comutação de circuitos é uma técnica onde, ao efectuar uma chamada telefónica, o equipamento de comutação do sistema telefónico procura um caminho físico desde o telefone de onde se origina a ligação até ao telefone de destino. Com o caminho já estabelecido, não há perigo de congestionamento. Quando a chamada é iniciada, é possível receber sinal de ocupado antes do estabelecimento da comunicação, devido à falta de capacidade de comutação.

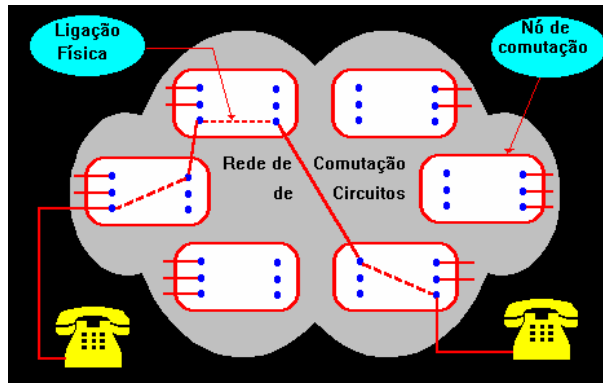


Fig.2 – A comutação de circuitos (fonte: <http://www.eppet.pt>)

c. Redes de dados

A ideia de um “centro de computação”, que surgiu durante as primeiras décadas de existência da indústria informática está hoje obsoleta. Um “centro de computação” indicava uma sala com um grande computador ao qual os utentes levam o seu trabalho para processamento. Este modelo foi substituído pelo das redes de computadores, nas quais os trabalhos são realizados por um grande número de computadores separados, todavia interligados.

Hoje em dia existem muitos tipos de redes, com diferentes objectivos, escalas e tecnologias. Uma rede que tem grande destaque na actualidade é a Internet. Na verdade, a Internet é um conjunto de diferentes redes que utilizam protocolos comuns e oferecem determinados serviços. A história da Internet começou no final da década de 50 do século XX.

O advento da Internet representou a consolidação de uma de entre diferentes tipos de redes então utilizadas, usando os protocolos *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP). Configurou-se assim um padrão mundial de comunicação sobre redes. Os protocolos definem o formato, temporização, sequência e controlo de erros numa comunicação de dados. Sem os protocolos, um computador não pode reconstruir o fluxo de bits que recebe de outro computador no seu formato original.

Os dados na Internet eram, e ainda são, transmitidos utilizando a técnica de comutação de pacotes. À medida que as redes iam crescendo, houve a

necessidade de identificar cada dispositivo ou terminal⁶ dentro dela. Foi então criado o esquema de endereçamento IP.

O Protocolo IP permite adicionar ao pacote o endereço do destinatário. As regras de encaminhamento do TCP garantem que o pacote chegará ao destino pelo caminho mais rápido. A reconstrução da informação por reagrupamento de pacotes é garantida por regras que regulam o correcto sequenciamento dos pacotes, ainda que cheguem ao destino numa ordem arbitrária.

A partir daí surgiram as redes IP nos moldes actuais, que são redes multiserviços que possibilitam a comunicação de voz, dados e imagens entre terminais a elas ligados. Segundo analistas e especialistas do mercado de telecomunicações, existe uma tendência para que a tecnologia IP passe a ser o ambiente dominante para o transporte de serviços por pacotes, possibilitando maior flexibilidade no fornecimento de novos serviços multimédia e de banda larga. De acordo com Standage (2006), a convergência é o novo mantra⁷ dos operadores tanto de telecomunicações como de dados. Desta forma, a migração de plataformas de telecomunicações para um ambiente que associe as vantagens tecnológicas do protocolo IP, tais como a flexibilidade e rapidez, às vantagens das tecnologias tradicionais (fiabilidade, desempenho e segurança de rede), é um factor incontornável para o sucesso dos novos serviços de telecomunicações.

(1) A comutação de pacotes

A comutação de pacotes é muito utilizada para comunicação entre computadores, incluindo a transmissão de voz e imagem.

Na comutação de pacotes é imposto um limite máximo sobre o tamanho do bloco de dados a ser transmitido, permitindo que os pacotes sejam armazenados temporariamente na memória principal do *router*, para depois serem transmitidos.

Existem várias rotas possíveis de ligação entre dois pontos na comunicação de pacotes. A mensagem é dividida em pacotes de informação, cada um deles com o endereço que precisa alcançar, como

⁶ Terminal: qualquer dispositivo na rede que pode transmitir ou receber pacotes IP, como por exemplo um computador ou um router.

⁷ Mantra: espécie de remédio para todos os males.

envelopes de cartas. Os equipamentos de rede verificam, a cada momento, qual a melhor rota para cada um dos pacotes, enviando-os através dela. Os pacotes podem chegar ao destino por caminhos diferentes e só então a mensagem é reconstituída.

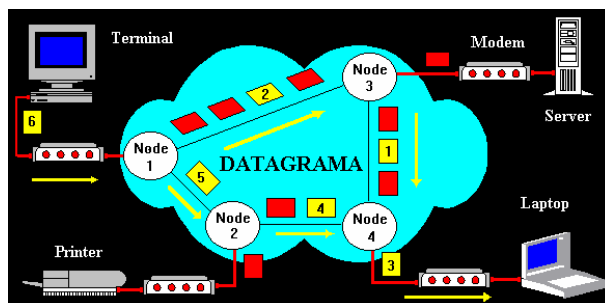


Fig 3 – A comutação de pacotes (fonte: <http://www.eppet.pt>)

d. A infra-estrutura própria da FAP

Actualmente, a FAP dispõe de uma infra-estrutura que suporta os serviços de voz através da Rede Digital Integrada de Serviços da Força Aérea (RDISFA) e circuitos de dados que utilizam a Rede Interna Geral da Força Aérea (RIGFA) (ver anexo C). Durante o ano transacto foram instaladas na RDISFA novas centrais telefónicas, modelo *Siemens Hipath4000*, com capacidade para disponibilizar serviços de telefonia IP (ver anexo B). A RIGFA disponibiliza sistemas integrados de gestão para as áreas do pessoal, do material e das operações como, por exemplo, o Sistema Integrado de Gestão Administrativa e de Pessoal (SIGAP), o Sistema Integrado de Gestão de Material (SIGMA) ou o Sistema Integrado de Informações da Força Aérea (SIIFA), entre outros. Existe um sistema classificado, formal, para a transmissão e recepção de mensagens militares denominado por MMHS, e também uma ligação à Internet assim como e-mail.

e. Estrutura partilhada (SICOM)

A estrutura partilhada SICOM caracteriza-se por ser uma infra-estrutura de comunicações comum às Forças Armadas, da responsabilidade do EMGFA, de apoio às funções de comando e controlo e dotada de redundância e sobrevivência. Na sua fase inicial este projecto implementou uma Rede Digital

Integrada de Serviços (RDIS) de acessos básicos⁸ na ligação entre utilizadores e acessos primários⁹ nas ligações entre nós da rede. As ligações entre as diversas unidades são, na sua maioria efectuadas por feixes hertzianos, vulgo microondas, ou fibra óptica, com larguras de banda que oscilam entre os 2 Mb/s e os 622 Mb/s sendo, na maior parte das situações, desmultiplexados em canais de 2 Mb/s. No interior das unidades as ligações nas redes informáticas são feitas, ou através de cabo de cobre ou através de fibra óptica, que permitem maiores velocidades de transmissão; no caso das ligações telefónicas são efectuadas por meio de cabo de cobre e sobre fibra óptica para as interligações primárias.

A infra-estrutura SICOM foi projectada para fornecer ligações às várias unidades dos três ramos das Forças Armadas espalhadas pelo Continente e Ilhas e está dotada de redundância, isto é, no continente é formada por três anéis nacionais (Norte, Centro e Sul), permitindo atingir um determinado local por mais de um caminho o que, no caso de uma ligação entre dois pontos estar inoperativa, a comunicação efectuar-se-á por um percurso alternativo. Esta infra-estrutura é aquela que ainda hoje suporta a grande maioria do serviço de voz e dados das Forças Armadas.

Esta rede, devido a grande parte dos seus equipamentos terem atingido o fim do ciclo de vida, começou a ser modernizada em 2003, financiada ao abrigo da Lei de Programação Militar (LPM).

Para a troca de informação e comunicações, actualmente, a FAP assenta os seus sistemas numa infra-estrutura própria, dentro das unidades, e de uma infra-estrutura partilhada, entre unidades geograficamente separadas. É através da infra-estrutura partilhada que se processa a troca de informação e comunicações da organização. Basicamente, podemos dividir a informação e comunicações em dois grandes grupos – a voz, através da RDISFA e os dados através da RIGFA.

⁸ Acesso básico - É constituído por 2 canais de comunicação de 64 Kbps cada, que podem ser utilizados ao mesmo tempo (pode estabelecer 2 comunicações simultâneas por cada acesso) mais um canal de sinalização. (fonte: www.telecom.pt)

⁹ Acesso primário – É constituído por 30 canais de acesso à RDIS, com um débito global de 2 Mbit/s mais um canal de sinalização. Tanto os 30 canais de voz/dados como o canal de sinalização transportam 64Kbit/s. (fonte: www.telecom.pt)

A análise das características das infra-estruturas das redes de voz e dados da FAP, leva-nos à primeira hipótese formulada e que pretendia verificar se a convergência seria tecnicamente viável. Da realidade observada, e tendo em conta a actual infra-estrutura, com uma parte pertencente à FAP e outra partilhada, em que, na primeira se encontram as intranets da organização, e na segunda, a rede SICOM onde circula toda a informação e comunicações processadas pela FAP, será possível antever a possibilidade de implementação de uma estrutura única para processamento de voz, dados e imagem, naturalmente sujeita aos ajustes necessários para tal migração.

3. Desafios futuros

Para cumprir cabalmente a sua missão, a Força Aérea necessita de estar dotada de meios para que a acção de Comando e controlo seja efectivamente desenvolvida. De acordo com o RFA 390-1 (A):

“O C2 pode definir-se como a autoridade, responsabilidades e actividades dos comandantes na direcção e coordenação de forças militares e na implementação das ordens relativas à execução de operações. Neste contexto, a informação é um recurso fundamental dos comandantes para que conheçam, em tempo útil, todos os dados que caracterizam a situação operacional como as intenções e força do inimigo e os movimentos e prontidão das forças amigas.”

Assim, a dependência, por parte da organização, das Comunicações e Sistemas de Informação (CSI) rápidos, eficientes, eficazes, seguros, fiáveis, flexíveis, interoperáveis e amigos do utilizador são um requisito fundamental. Por outro lado, a identificação dos desafios e dificuldades que poderão surgir com a implementação de uma estrutura única de dados e voz, permitirá deduzir quais as vantagens e desvantagens de tal empreendimento, podendo assim verificar a 2ª hipótese colocada no início desta investigação e que se caracterizava por tentar saber se a convergência seria vantajosa para a organização.

a. A dependência na FAP dos sistemas de informação e comunicações

Num mundo em constante evolução, em que a evolução tecnológica acontece a uma cadência nunca antes vista, a organização militar precisa de acompanhar estas mudanças. A acção de C2 necessita de ser actualizada ao segundo para acompanhar o evoluir das mais variadas situações em que a FAP está empenhada, não só em território nacional, como nos locais mais remotos do planeta, em apoio a situações de crise, conflito, humanitárias ou de apoio à paz (ex.: Afeganistão, Timor e Líbano, entre outros). Assim, é fundamental para a cadeia de comando poder, em tempo útil, receber, analisar e decidir, com a maior rapidez, segurança, detalhe e fiabilidade toda a informação de que dispõe.

As modernas tecnologias de informação são hoje uma ferramenta essencial e indispensável a uma correcta e eficaz acção de comando e controlo.

b. Largura de banda

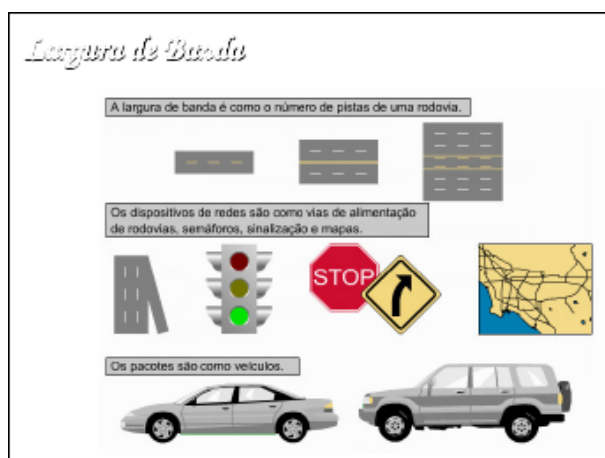


Fig. 4 – Largura de banda (fonte: www.webopedia.com)

Uma das vertentes em que terá de se apostar será no aumento da largura de banda¹⁰ disponível. Para se atingirem elevados níveis de disponibilidade, capacidade, escalabilidade, redundância e sobrevivência, a infra-estrutura deverá permitir um alto desempenho em termos comunicações de voz, dados e vídeo;

¹⁰ Largura de banda: quantidade de dados que podem ser transmitidos num determinado período de tempo. Nos serviços digitais, a largura de banda é habitualmente expressa em bits por segundo (BPS). (fonte: www.webopedia.com)

mais largura de banda significa um aumento do número de canais disponíveis e aumenta a capacidade de transporte de dados. Os diferentes tipos de dados incluindo voz e vídeo poderão ser transportados em canais separados.

Nos anos 80 a utilização do modem era a norma para ligar dois terminais de computador através de uma ligação telefónica. A velocidade nesses tempos era de 300 bits por segundo o que permitia transmitir aproximadamente 30 caracteres por segundo ou seja, cerca de 6 palavras por segundo ou 360 palavras por minuto, isto significava transmitir cerca de uma página A4 de texto por minuto. Actualmente uma ligação pela *Internet* utilizando banda larga atinge velocidades da ordem dos 100 Megabits por segundo, ou seja, 100 milhões de bits por segundo o que significa uma velocidade muitas vezes mais rápida que a do velhinho *modem*.

A largura de banda pode ser limitada por vários factores como, por exemplo, os meios de transmissão ou os dispositivos da rede, pelo que uma aposta continuada na melhoria de todos os intervenientes é um dos objectivos que não deve ser negligenciado.

As tendências de evolução dos sistemas informáticos apontam no sentido de uma maior centralização da informação (mais e maiores servidores) e para infra-estruturas de redes com mais e maior largura de banda de forma a permitirem terminais (utilizadores) com maiores potencialidades e diversidade de serviços

Assim sendo, para se obterem ligações de alta velocidade e com maior capacidade de forma a transmitir dados, voz e vídeo, com qualidade e quantidade, é necessário dotar a infra-estrutura de maior largura de banda. O aumento da largura de banda deverá ser estendido não só ao nível das intranets locais como da WAN da FAP.

c. Considerações sobre segurança

Neste capítulo serão tecidas algumas considerações referentes à segurança. Assim, de acordo com o parágrafo 303 do RFA 390-1 (A), alínea e.:

“Nos sistemas de comunicações devem aplicar-se medidas de segurança da transmissão que evitem a interceptação não autorizada, a análise de tráfego e a mistificação e devem cumprir-se as normas de segurança da

emissão (“TEMPEST”) que evitem a captação não autorizada de radiações comprometedoras.” E ainda de acordo com a alínea f. “Nas redes de computadores e sistemas ADP deve ser assegurada a confidencialidade, disponibilidade e integridade da informação classificada, incluindo a separação dos utilizadores com base no princípio da necessidade de conhecer e a protecção contra ataques informáticos provenientes do exterior, através do emprego de produtos de segurança sob a forma de equipamentos ou dispositivos informáticos ou suportes lógicos (designadamente sistemas operativos seguros).”

Pelo que foi descrito anteriormente, a preocupação com a segurança dos sistemas CSI da FAP é uma das áreas mais sensíveis da organização.

Apesar das vantagens encontradas na utilização das redes IP descritas anteriormente, as redes de dados apresentam várias ameaças, algumas delas pouco óbvias. Subitamente, deparamo-nos com a necessidade de proteger duas formas de informação: voz e dados.

Os equipamentos de rede, os servidores, os sistemas operativos, os protocolos, os telefones, entre outros, são todos vulneráveis. A informação contida numa transferência de dados pode ser valiosa ou classificada, por exemplo, um servidor de voz comprometido pode fornecer uma lista de chamadas recebidas e transmitidas, além da sua duração, origem e destino, enfim, uma série de parâmetros que poderão ser utilizados para fins maliciosos por possíveis inimigos. Abrindo uma brecha na infra-estrutura um atacante pode capturar e reconstruir pacotes de forma a ter acesso à informação, assim como armazená-la e utilizá-la contra nós. Esta é uma vulnerabilidade preocupante pois como sabemos, hoje em dia, “qualquer” pessoa poderá ser um perito em computadores e tornar-se um pirata informático.

Algumas das ameaças identificadas nos sistemas de comunicações por IP são as mesmas daquelas que ameaçam as redes telefónicas tradicionais. Entre estas ameaças podemos incluir as escutas, que expõem informação confidencial, seja pessoal ou da organização ou a utilização inapropriada, em que os recursos são utilizados para fins não autorizados.

Outra ameaça muito temida nas redes de dados é a negação de serviço, que poderá desactivar um servidor ou bloquear uma aplicação.

Face aos riscos apresentados, é dever da organização fazer uma avaliação da infra-estrutura, nos aspectos relacionados com a segurança, que não deve ser descurada.

Uma das soluções passa por adoptar políticas de segurança rigorosas para proteger os recursos informáticos. Utilizar sistemas operativos que permitam administrar os recursos remotamente a partir de um centro de gestão de sistemas, com apoio ao utilizador (*helpdesk*), é um dos caminhos a seguir. Sistemas operativos como o *Windows 2000*, por exemplo, permitem a instalação remota de software e de protecções antivírus, assim como asseguram que os utilizadores não conseguem instalar programas e aceder a recurso ilícitos. Com uma lista de permissões ou perfil de utilizador guardados num serviço de directório é possível controlar os acessos à rede, de maneira a que, quando o utilizador se liga, a sua entrada seja validada nesse serviço e lhe permita o acesso apenas aos recursos para que esteja autorizado. Desta forma, quando um utilizador se ligar, terá acesso às suas pastas pessoais e à sua caixa de correio sem ter de fazer novas entradas. Este método de funcionamento permite que os computadores não sejam personalizados e facilita a mobilidade. Em qualquer terminal ligado à rede, dentro da organização, um determinado utilizador pode ter acesso à sua informação pessoal.

Também a protecção da informação classificada precisa de medidas adicionais, conforme doutrina nacional e NATO (quando aplicável), em vigor. Já está institucionalizada, embora pouco disseminada devido aos altos custos, a utilização de equipamentos que permitem encriptar as comunicações sobre IP.

As Forças Armadas têm ao seu dispor, para encriptação por IP, um tipo de equipamentos designados por TCE, baseados no protocolo IPsec¹¹, recomendados pela NATO, para a segurança das comunicações utilizando redes IP. Estes equipamentos permitem a protecção das redes de dados e voz sobre IP, até ao grau de classificação de *COSMIC TOP SECRET (CTS)*.

Alem das TCE, temos um leque de equipamentos como servidores de chamadas, servidores de rede, *routers*, *switches*¹², terminais de computador,

¹¹ IPsec – conjunto de protocolos desenvolvidos pela *Internet Engineering Task Force (IETF)* para suportar a troca segura de pacotes.

¹² *Switch* – Equipamento dotado de portas múltiplas para a ligação de dispositivos ligados a uma rede. Este equipamento realiza operações de comutação, ou seja, recebe dados de uma estação ou de um *router*

telefones, entre outros. Estes equipamentos terão de ser parametrizados com endereçamento IP e tabelas de roteamento, a fim de manter a segurança e operacionalidade da rede. Os servidores devem ser otimizados de forma a abrirem apenas as portas TCP¹³ necessárias a cada tarefa, os *routers* e *switches* configurados com listas de controlo de acesso e filtros, etc. Para tal deverão ser adoptadas políticas de segurança rigorosas, tais como a administração e gestão remotas, antivírus actualizados, e *firewalls*¹⁴ robustas. Também a adopção de redes locais virtuais ou seja, Virtual Local Área Network (VLANs) pode ser utilizada para separar uma rede com informação classificada, camuflando o endereçamento, em redes virtuais diferentes. As VLANs permitem separar redes de forma virtual com objectivos de segurança e podem ser implementadas nos *routers* e *switches* que as permitam, além de permitirem uma utilização mais eficiente da largura de banda.

d. Capacidade de sobrevivência e redundância

Para cumprir eficazmente a sua missão uma infra-estrutura de comunicações necessita obrigatoriamente de capacidade de redundância e sobrevivência. Estas capacidades encontram-se definidas, em termos gerais, para a FAP, no RFA 390-1 (A), do seguinte modo:

“A sobrevivência dos meios CIS¹⁵ é muitas vezes o atributo primordial. O grau de sobrevivência requerido para um dado sistema deriva, normalmente, da magnitude do risco percebido nos cenários de tempo de paz, crise ou conflito. O segundo factor a ter em atenção é a importância da missão e a especificidade das tarefas associadas a tais cenários.

ligado ao mundo externo (WAN) e envia-os para estações locais (LANs) conforme o endereço do destinatário.

¹³ Portas TCP - Portas TCP são uma parte do protocolo TCP, onde se realizam as ligações entre os nós da rede.

¹⁴ Firewall - Equipamento usado em redes informáticas que protege uma rede interna do acesso externo de utilizadores não autorizados. (<http://www.telecom.pt/>)

¹⁵ CIS – *Communication and Information Systems* (Comunicações e Sistemas de Informação). RFA 390-1 (A) pp. 3-1. (Na transcrição do RFA390-1 manteve-se a sigla CIS, embora no corpo do trabalho se tenha optado pela designação CSI, que já vem de acordo com a nova Direcção criada no âmbito do despacho do CEMFA nº 38/2007 de 26 de Fevereiro.

Os requisitos operacionais CIS devem contemplar medidas hierarquizadas de sobrevivência, quer para o domínio do utilizador quer para o de transporte.

No SG¹⁶ do domínio de transporte não existe preferência marcada, em termos gerais, pelo uso de redes ou suportes militares ou comerciais. A opção deve basear-se na avaliação dos recursos e capacidades que as redes militares e comerciais oferecem, em confronto com as necessidades específicas dos utilizadores. Em muitos casos verificar-se-á que as redes ou suportes comerciais satisfazem os requisitos de sobrevivência.

No entanto, em alguns casos os sistemas requeridos podem não estar ainda comercialmente disponíveis e os sistemas militares podem exceder os requisitos de sobrevivência exigidos para o SG. Assim, a procura e selecção de soluções CIS para o SG, com os requeridos níveis de sobrevivência, terá que atender às opções existentes, considerando o grau de risco e a suportabilidade dos custos.

As funções CIS que exijam elevados níveis de sobrevivência devem ser enquadradas no SE¹⁷, onde poderão merecer medidas de protecção EMP (“Electromagnetic Pulse”), ECM (“Electronic Countermeasures”), NBC (“Nuclear Biological and Chemical”), ou outros similares.

A sobrevivência necessária para o domínio do utilizador deve ser avaliada com base no risco subjacente e no valor da informação. Os critérios de sobrevivência para sistemas de informação devem ser harmonizados com os que caracterizam os sistemas de comunicações associados, mas não devem exceder os exigidos para o órgão ou unidade que apoiam.

Existem várias opções para se conseguirem os desejados padrões de sobrevivência dos sistemas de comunicações e de informação incluindo a protecção física, dispersão, mobilidade, decepção e redundância.”

¹⁶ SG – Segmento Geral: é a parte do domínio de transporte que disponibiliza uma diversidade serviços de comunicações destinados a satisfazer as necessidades comuns dos utilizadores. (RFA 390-1 (A) pp. 2-5

¹⁷ SE – Segmento Especial: o objectivo deste segmento é oferecer um conjunto particular de serviços de comunicações destinados a satisfazer os requisitos específicos de uma determinada comunidade de utilizadores. RFA 390-1 (A) pp. 2-5

Considerando que uma rede estruturada pode ter vários tipos de componentes, estes podem dividir-se em dois grandes grupos: os passivos e os activos. Enquanto os passivos (cablagem propriamente dita, blindada ou não, ou com troços de fibra óptica) já têm normalmente alguma redundância de pontos terminais, os equipamentos activos, (*Switches*, *Routers*, etc.) embora bastante fiáveis, são normalmente instalados sem qualquer duplicação. Se falha um elemento activo numa rede falham obviamente todos os postos de trabalho que dele dependem. Quanto às comunicações externas também existem algumas soluções de redundância como é o caso da rede pública ou do GSM. Em caso de falha da rede da FAP, uma das outras redes poderá, se não for imposta a confidencialidade da informação ou quando a rapidez se sobrepuser à segurança, assegurar as necessidades de continuidade do serviço. Para as situações em que seja mandatária a protecção da informação, e quando seja necessário recorrer ao operador público de telefone, ou à rede telefónica da FAP, também existem equipamentos criptográficos para a protecção das linhas telefónicas. A NATO tem já em exploração equipamentos criptográficos aprovados para a protecção de informação até ao grau de classificação de segurança de CTS. No entanto, mais uma vez seria estar a duplicar a aquisição de equipamentos bastante onerosos, e que só se justificaria em casos muitos pontuais.

e. A gestão de uma infra-estrutura única

Um dos constrangimentos com que a Força Aérea se tem vindo a deparar nos últimos anos é a falta de pessoal. Se aliarmos a constante redução de pessoal técnico à dispersão de meios, as tarefas de gestão e manutenção das infra-estruturas e meios torna-se deveras complicada. As capacidades de CSI, num mundo que exige maior rapidez e disponibilidade, não se compadece com inoperatividades e/ou atrasos na manutenção desses mesmos sistemas.

Actualmente, devido ao facto de estarem em exploração na FAP, dois sistemas independentes, a rede de dados que é gerida pela Direcção de Informática da Força Aérea (DINFA), ou RIGFA, e a rede de voz gerida pela Direcção de Electrotecnia (DE), ou RDISFA, obriga a que haja equipas de

gestão e manutenção para ambas as redes¹⁸. Implica também a existência de uma rede de cabos que fazem o transporte do sinal de voz entre os vários utilizadores. Os cabos telefónicos e os equipamentos terminais, ou outros, exigem manutenção e, por vezes, alterações da configuração da rede. O mesmo se passa para a rede de dados, com a sua infra-estrutura própria de cabos ou fibras e equipamentos terminais, de rede e cablagem associada. A tudo isto há a juntar o pessoal afecto a cada área.

Estas tarefas são cada vez mais difíceis de desempenhar devido à crescente falta de pessoal que se tem verificado nos últimos anos. Seria bom se fosse possível que uma pessoa fizesse o trabalho de duas. Uma das soluções possíveis seria encaminhar as comunicações de voz que utilizam a rede de telefonia para a rede de dados, que é o caminho seguido actualmente por grande parte das empresas. Com o advento da VoIP, podemos ter sobre a mesma infra-estrutura de dados os serviços de voz. Com a integração destas duas redes o pessoal necessário para as tarefas atrás descritas seria necessariamente reduzido, assim como o custo com a aquisição e manutenção de meios.

f. Rede de dados classificada

A falta de uma rede de dados classificada é outro dos problemas com que se debate a nossa organização. Esta questão já vem sendo discutida há alguns anos sem, no entanto, se ter alcançado uma solução. Sobre o suporte de transmissão explorado pela DINFA, poderão coabitar redes distintas (VLANs), uma protegida por equipamentos criptográficos como, por exemplo, a TCE, para processamento de informação classificada e que poderá ser dividida em sub redes de forma a contemplar as diversas aplicações necessárias à acção de C2, e outra não protegida, para o processamento da informação não-classificada, que permite a divulgação de informação, sem restrições ao quantitativo da informação, sejam dados voz ou imagem e à especificidade dos utentes.

¹⁸ Já no decorrer desta investigação a FAP foi alvo de uma reestruturação, através do despacho do CEMFA nº 38/2007 de 26 de Fevereiro. Neste despacho a DINFA e a DE são extintas, dando origem à Direcção de Comunicações e Sistemas de Informação, o que vem ao encontro de uma das ideias preconizadas neste trabalho.

A fim de analisar a possibilidade da integração das redes de dados e voz da FAP, numa infra-estrutura única, foram identificados algumas questões que poderão constituir desafios a vencer para se alcançar o objectivo pretendido. Haverá certamente outros, e não será de mais referir que, quando se trata de mudança, haverá sempre que mudar mentalidades, pois a resistência à mudança é inerente à natureza humana, mas os aqui identificados pareceram-me os mais prementes. Esses desafios são: a cada vez maior dependência dos sistemas de comunicações e informação, a necessidade do aumento da largura de banda disponível, as ameaças à segurança, a necessidade de redundância para dotar a infra-estrutura de capacidade de sobrevivência, a gestão centralizada de serviços outrora separados e a necessidade de uma rede classificada.

Normalmente, a mudança traz consigo dificuldades e novos desafios que é necessário ultrapassar. Dos desafios identificados às soluções possíveis, as vantagens para a organização poderão compensar os obstáculos que se apresentam. Assim, a afirmação de que a convergência pode ser vantajosa para a organização, que constitui a segunda hipótese formulada, pode considerar-se como um possível caminho a seguir.

Conclusões

Para a elaboração deste trabalho e, como fio condutor do assunto em investigação, foi construída a seguinte pergunta de partida: **“Poderá a Força Aérea beneficiar com a convergência dos serviços de voz, vídeo e dados nas redes informáticas?”**.

Ao iniciar esta pesquisa, foram propostas duas hipóteses principais, e que se relembram:

- Considerando a actual infra-estrutura de comunicações da FAP, a convergência poderá ser tecnicamente viável.

- A convergência poderá ser vantajosa para a organização.

Tendo presentes estas hipóteses, iniciou-se a investigação procurando explicar, de forma clara e simples, quais as principais características e conceitos daquilo que se entende por convergência. Foi feito um pequeno enquadramento histórico, desde o aparecimento do telégrafo e do telefone, e a necessidade de construir uma rede e uma infra-estrutura diferente para cada novo serviço, até aos dias de hoje, onde a aposta vai para a convergência de todos os serviços para uma estrutura única, após o qual se apresentaram os motivos principais para equacionar a opção pela convergência na FAP.

Não sendo um tema novo, pois esta temática já vem sido debatida desde os anos 80, quando foi reconhecida a importância da comunicação utilizando os computadores, de novo com a criação de redes próprias que possibilitassem essa comunicação. É hoje opinião unânime que a Internet foi o grande motor que veio impulsionar as comunicações, nas suas diferentes formas, e permitir que esta tecnologia ficasse ao alcance do cidadão comum. De entre os vários protocolos possíveis, aquele que foi adoptado, e que constitui hoje a norma para comunicar entre computadores, foi o protocolo IP. Conforme esta tecnologia se foi desenvolvendo, mais aplicações se tornaram possíveis e mais serviços foram sendo acrescentados. Uma dessas aplicações é a Voz sobre IP. Basicamente esta tecnologia permite converter o sinal de voz, que é analógico, em dados, que por sua vez são transformados em pacotes que permitem a sua transmissão através das redes informáticas. O sucesso desta tecnologia fica a dever-se entre outros factores, à redução dos custos de exploração e manutenção, quando comparada com as redes de telefonia tradicionais, e à possibilidade de fazer a gestão de toda a rede de forma centralizada, permitindo uma maior optimização dos meios e dos recursos. Por outro lado, deve ser dada cada mais relevância à aquisição de

equipamentos e soluções normalizados, uma vez que a opção por produtos feitos “à medida”, específicos para fins militares, têm custos cada vez maiores.

De seguida, caracterizou-se a infra-estrutura de comunicações da FAP. Através das observações efectuadas à constituição dessa infra-estrutura, foi constatada a existência de duas grandes redes, voz e dados. A rede de voz é designada por RDISFA e utiliza a tecnologia de comutação de circuitos para a realização de chamadas telefónicas, entre todos os utilizadores da FAP. Vimos que o sistema telefónico tradicional está dividido em três componentes principais: os terminais telefónicos, a rede de acesso e as centrais telefónicas. Recentemente foram adquiridas pela FAP novas centrais telefónicas, as Siemens Hipath 4000, que permitem a realização de chamadas de voz sobre tecnologia IP, a que se convencionou chamar telefonia IP. Esta tecnologia é diferente da VoIP, basicamente por não ser um sistema integralmente digital.

As redes de dados podem considerar-se, hoje em dia, os meios mais importantes para a troca e processamento de informação, dentro de uma organização. Com o aparecimento da *Internet*, foi possível assistir à consolidação de uma rede, que é na verdade um enorme conjunto de redes, que aplicando os protocolos TCP/IP, se veio a impor como o padrão em todo o mundo das comunicações. Na *Internet* os dados são transmitidos utilizando a técnica da comutação de pacotes. Esta técnica permite que os dados sejam divididos em conjuntos de pacotes. Os vários pacotes que constituem a mensagem levam o endereço IP do destinatário, podendo depois seguir percursos diferentes, sendo reagrupados no destino. A mensagem a que se referem podem assumir a forma de dados, voz ou imagem e permitem, inclusive, a comunicação em tempo real.

Na RIGFA são processadas as trocas de informação, não-classificadas, que constituem os vários serviços disponibilizados aos utilizadores.

Tanto a rede de dados como a rede de voz partilham a mesma infra-estrutura de transmissão entre as diversas unidades. A utilização da estrutura partilhada SICOM, comum às redes de voz e dados, permite dotar a FAP, nas ligações externas, de bons níveis de redundância, uma vez que está montada em forma de anel, embora as capacidades de largura de banda não sejam iguais em todos os troços.

Nas ligações internas ou LANs, as redes de dados e voz são completamente independentes o que, face as actuais tecnologias e às tendências que se verificam noutras organizações, poderiam ser condensadas numa só.

Por fim foram analisados os principais desafios que se podem apresentar à integração das redes de dados e voz da FAP numa infra-estrutura única. Desta análise

constatou-se que a organização continuará a depender, em grande escala, de meios de comunicações rápidos, eficientes, seguros, fiáveis e flexíveis, a fim de dotar a acção de C2 com as ferramentas necessárias para o conhecimento, em tempo útil, de todos os dados que permitam uma decisão atempada e correcta.

Elemento imprescindível para a maior rapidez e fluidez na troca de informações nas redes de dados é, sem dúvida, a largura de banda, o que leva a considerar que quanto maior for a largura de banda maior será a quantidade de informação que poderá ser processada assim como aumentará a sua fluidez.

Indissociável das redes militares é a questão da segurança, seja ao nível da protecção que é necessária quando se trabalha em rede, seja ao nível do transporte dos dados. Os ataques aos sistemas informáticos tanto podem ter origem externa, por tentativas de penetração nas redes internas das organizações, por parte de piratas informáticos, como origem interna, pela introdução inadvertida ou propositada de vírus informáticos que poderão afectar seriamente os sistemas informáticos.

É assim da maior importância a utilização de *firewalls* e antivírus, ao mesmo tempo que se dota o sistema de funcionalidades como o controlo de acessos e sensibilização aos utilizadores para a tomada de todas as medidas precaucionárias impostas pela organização.

Quanto à segurança da informação classificada, esta passa cada vez mais pela utilização de equipamentos de cifra sobre IP, que na FAP já se utilizam, embora ainda em minoria relativamente a outros equipamentos de cifra analógicos.

A capacidade de sobrevivência e redundância é outro aspecto que não deverá ser esquecido numa estrutura de comunicações e sistemas de informação militares.

Como foi anteriormente referido, nas ligações internas nas unidades, podemos dividir os vários componentes de uma rede estruturada em dois grandes grupos: os activos e os passivos. Enquanto que os equipamentos passivos normalmente já dispõem de redundância, os activos não são duplicados. Logo deverá ser ponderada a existência de equipamentos de reserva para resolução de eventuais inoperatividades de equipamentos. Nas interligações externas, o recurso à rede pública para telefone fixo ou à rede GSM¹⁹ podem ser soluções fiáveis para recorrer em caso de falhas pontuais. Cada vez mais, e sempre que possível, a solução deve passar pela adopção de equipamentos

¹⁹ GSM - Standard da 2ª geração das comunicações móveis. O GSM é baseado num standard de voz TDMA (*Time Division Multiple Access*) e proporciona ligações de dados a 9.6 Kbps.

standard, comerciais, pois a utilização de equipamentos e aplicações informáticas exclusivas das forças armadas comportam enormes custos de desenvolvimento e manutenção.

O problema da falta de pessoal e da necessidade de gerir duas redes distintas é outro dos desafios com que a organização se depara actualmente. A existência de uma gestão centralizada e única para todas as redes de comunicações e sistemas de informação da FAP poderá otimizar a atribuição dos recursos humanos afectos a estas redes assim como, a médio prazo, reduzir os custos de funcionamento pela concentração dos meios necessários. Se abdicarmos da necessidade de manter duas redes separadas de voz e dados, a tecnologia IP permite a redução de custos de manutenção e aquisição de equipamentos. Adicionalmente, a comutação de pacotes permite utilizar a largura de banda de forma mais eficaz que a comutação de circuitos, melhorando significativamente a eficiência da rede.

Da investigação realizada, e após uma análise aos elementos recolhidos, ficamos a conhecer melhor de que forma se constituem as redes de voz e de dados da FAP. A rede de dados pode ser dividida em dois grupos: as redes locais, ou LANs, e a rede geral da organização ou RIGFA. A tecnologia utilizada é comum à de outras organizações e está baseada na utilização do protocolo IP, para a troca de informação.

A rede de voz pode também ser dividida em dois grupos: as redes telefónicas das unidades e a rede telefónica geral da FAP, ou RDISFA.

Ambas as redes partilham a mesma infra-estrutura para a ligação entre unidades, a rede SICOM, mas são geridas separadamente. Desde as características técnicas à necessidade de gestão e manutenção separadas, mas com partes comuns, verificou-se que a possibilidade de optar por uma infra-estrutura única de voz e dados é possível. Tal rede permitiria uma optimização dos recursos, dos meios e da gestão do pessoal.

Já no decorrer da realização desta investigação, a FAP foi alvo de uma reestruturação, através do despacho do CEMFA nº 38/2007 de 26 de Fevereiro. A alteração que se destaca, para o âmbito deste trabalho, é a criação da Direcção de Comunicações e Sistemas de Informação, na dependência do Comando Logístico e Administrativo (CLAFa). Esta direcção vai agrupar duas anteriores direcções, entretanto extintas com este despacho: a DINFA e a DE. Esta alteração vem, de facto ao encontro daquilo que é preconizado nesta investigação. As entidades responsáveis pela gestão das redes de dados e de voz foram agrupadas numa única direcção. Foi dado um passo importante para que a questão da convergência possa ser analisada em conjunto.

Já se juntaram as pessoas, agora talvez seja necessário mudar algumas mentalidades no sentido de congregar esforços para, trabalhando em conjunto, se escolham as opções que melhor servem a organização. As comunicações são indispensáveis para a consecução da missão da FAP, tanto a nível tático como estratégico, nas mais variadas vertentes sejam elas operacionais ou administrativas. Assim a importância de poder dispor a todo o momento e em qualquer lugar, de comunicações rápidas, seguras, eficazes e fiáveis é indiscutível.

As infra-estruturas estão presentes, e o conhecimento para a realização de tal empreendimento também. Se esta é a tendência em termos de evolução tecnológica, se a convergência é o resultado da junção das redes de dados e voz e se esta pode ser uma forma mais barata e eficiente de gerir redes, então talvez justifique que se lhe dê alguma atenção.

Referencias bibliográficas

LOURENÇO, Paulo - TCP/IP em Redes Microsoft. 4ª Edição, Lisboa: FCA – Editora de Informática Lda., 1998. p.15-78; p.121-156; p.261-395.

STANDAGE, Tom – (2006) Bundles of joy. *The Economist*, p. 112-114.

NATO C3 - Board Joint C3 Requirements and Concerts Sub-Committee. Notice: AC/322 (SC/1) N (2004) 0006, 2004. p.1-1 a p.3-1.

NATO Consultation, Command and Control Agency – NATO Network Enabled Capability Feasibility Study. Volume II, 2005. p. 1-32.

RFA (390-1 (A), Política De Sistemas De Comunicações E De Informação Da Força Aérea, 2000. p.1-6.

ANACOM - Protocolo de Internet – VoIP [em linha]. [referência de 02 de Março de 2007, 20h19min] Disponível na Internet em:
<url: www.icp.pt>.

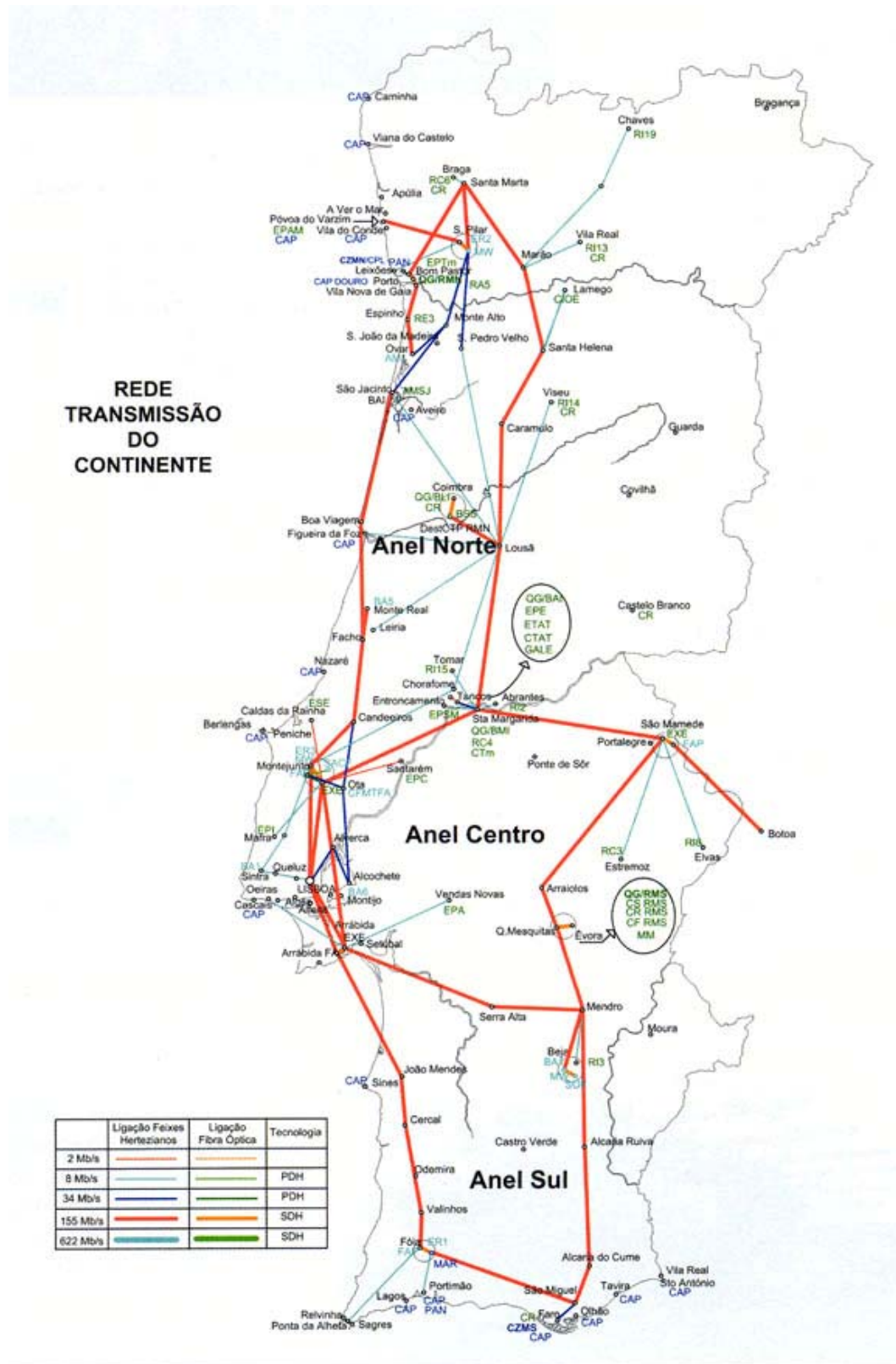
[em linha]. [referência de 01 de Março de 2007, 18h34min] Disponível na Internet em:
<http://www.eppet.pt/data/linkserv/telei/curso_telei/imagens/dtgr.gif>.

[em linha]. [referência de 02 de Março de 2007, 22h14min] Disponível na Internet em:
<<http://www.telecom.pt/InternetResource/PTSite/PT/LinksBottom/Glossario>>

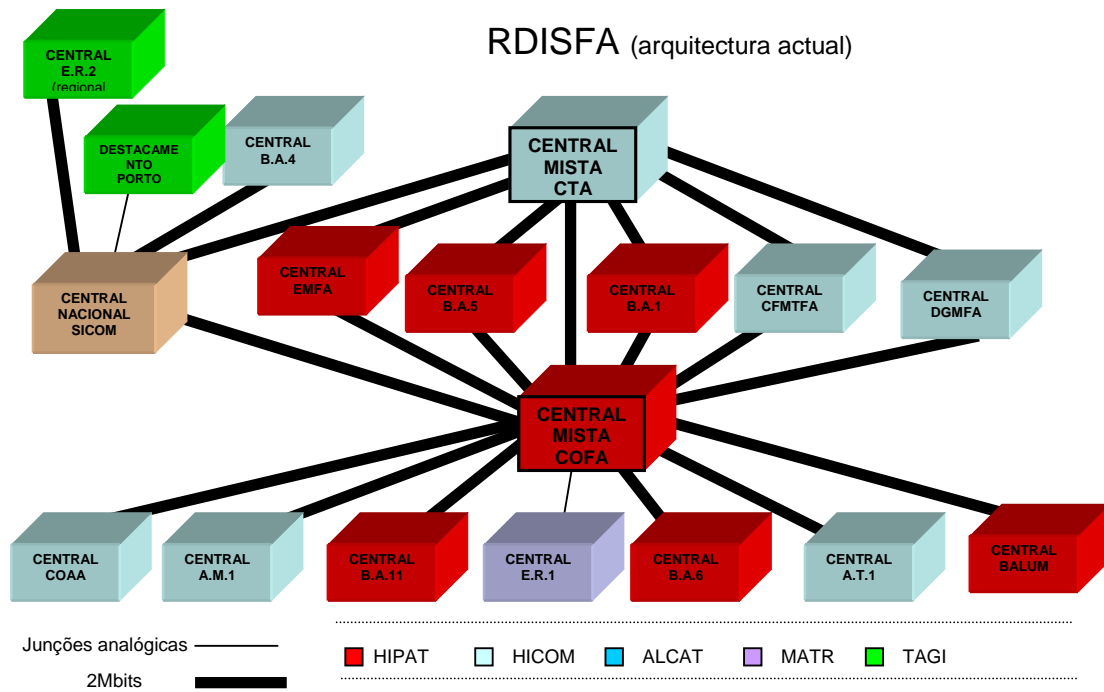
Revista da Armada – Novos “Radiolinks” ao Serviço da Marinha [em linha]. [referência de 01 de Março de 2007, 19h13min] Disponível na Internet em:
<http://www.marinha.pt/extra/revista/ra_dez2005/pag_8.html>.

ANEXOS

Anexo A – Rede de transmissão do SICOM



Anexo B – Rede Digital Integrada de Serviços da Força Aérea



Anexo C – Rede Interna Geral da Força Aérea

